



MR929-889



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Shuo-Yuan Hsiao :
Serial No. : 10/602,868 : Art Unit: Unknown
Filed : 25 June 2003 : Examiner: Unknown
Title : QUADRATURE OSCILLATOR :

TRANSMITTAL LETTER ACCOMPANYING PRIORITY DOCUMENT

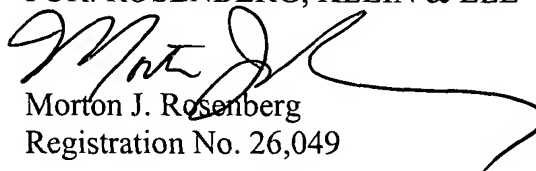
Box NO FEE
Honorable Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant, by the undersigned attorney, hereby submits the Priority Document for the above-referenced patent application. The Priority Document is Taiwan Patent Application, Serial No. 092113160 having a filing date of 15 May 2003. The priority was claimed in the Declaration for Patent Application as filed.

Please file this priority document in the file of the above-referenced patent application.

Respectfully submitted,
FOR: ROSENBERG, KLEIN & LEE


Morton J. Rosenberg
Registration No. 26,049

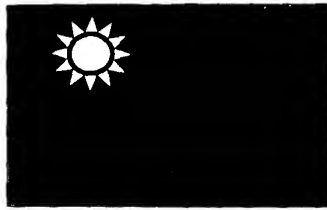
Dated: 25 Sept 2003

Suite 101
3458 Ellicott Center Drive
Ellicott City, MD 21043
Tel: 410-465-6678



04586

PATENT TRADEMARK OFFICE



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 05 月 15 日
Application Date

申請案號：092113160
Application No.

申請人：合邦電子股份有限公司
Applicant(s)

局長
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 7 月 11 日
Issue Date

發文字號：09220702450
Serial No.

發明專利說明書

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※申請案號：_____ ※IPC分類：_____

※申請日期：_____

壹、發明名稱

(中文) 四相振盪器

(英文) _____

貳、發明人 (共 1 人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填說明書發明人續頁)

姓名：(中文) 蕭 碩 源

(英文) _____

住居所地址：(中文) 新竹市科學工業園區園區二路11號4樓

(英文) _____

國籍：(中文) 中華民國

(英文) _____

參、申請人 (共 1 人)

申請人 1 (如發明人超過一人，請填說明書申請人續頁)

姓名或名稱：(中文) 合邦電子股份有限公司

(英文) _____

住居所或營業所地址：(中文) 新竹市科學工業園區園區二路11號4樓

(英文) _____

國籍：(中文) 中華民國

(英文) _____

代表人：(中文) 胡 定 華

(英文) _____

☐ 續發明人或申請人續頁 (發明人或申請人欄位不敷使用時，請註記並使用續頁)

肆、中文發明摘要

本發明係關於一種四相振盪器，其包含兩組分別由兩電晶體作正回授連接以產生負電阻的振盪器、兩組分別連接前述振盪器並產生正電阻與其負電阻抵銷後以形成振盪的電感電容諧振器、兩分別連接前述振盪器以構成四相輸出的耦合電路；其中：每一耦合電路中的兩電晶體係分別與振盪器中的電晶體源極連接，藉以避免振盪器中的電晶體工作時接近線性區，並可提高振幅，以獲致低相位雜訊與省電等優點。

伍、英文發明摘要

陸、(一)、本案指定代表圖為：第一圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

(11)(12) 振盪器

(13)(14) 電感電容諧振器

(15)(16) 耦合電路

(17)(18) 電流源

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

捌、聲明事項

玖、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種四相振盪器，尤指一種具有低相雜訊與省電優點的四相振盪器。

【先前技術】

四相振盪器(Quadrature oscillator)是一種能夠產生四個各個相差九十度信號的振盪器，該等振盪器主要應用在各類無線通信系統的收發器電路中，例如行動電話、無線手機、無線網路、藍芽通信及各類短距離無線收發裝置，而前述無線收發裝置的收發器電路大都使用超外差式(Super heterodyne)架構，而該等架構必須使用高效能的濾波器提供影像拒斥(Image rejection)，但符合前述高效能需求的濾波器在現階段的積體電路技術中仍然無法大量生產，故須以外掛方式設在收發器積體電路以外，造成整體系統的體積及價格均居高不下。而解決前述問題的根本之道必須從架構上著手，如採用直接轉換式(Direct conversion)或低中頻式(Low IF)等架構均可省去外掛濾波器的困擾，而前述兩種振盪器架構均必須使用到四相的本地振盪源，故如何開發出高精度、高效能的四相振盪器即成為時下引起熱烈討論的課題。

至於四相振盪器之構成，常用的方法計有三種：第一種是利用兩組倍頻電路經由除頻後產生四相輸出。第二種係利用傳統的雙相振盪器連接移相電路(如複相位濾波器

) 以產生多相輸出。第三種方式係利用兩個雙相振盪器相互耦合來產生。本文即係針對前述第三種方式提出討論，所謂由兩相互耦合雙相振盪器所組成四相振盪器之一種係如第十一圖所示，其包括有：

兩對稱的振盪器 (7 5) (7 6)，係分別由兩電晶體 M1、M2, M3、M4 作正回授連接以產生負電阻；

兩電感電容諧振器 (7 3) (7 4)，係呈正電阻性，其分別連接前述振盪器而與其負電阻相互抵銷後產生振盪；

兩耦合電路 (7 1) (7 2)，係分別與前述振盪器 (7 5) (7 6) 連接以構成四相輸出；其中：

在前述架構下係組成兩個負阻式振盪器，其中一個係產生 0 度與 180 度的輸出，另外一個振盪器則產生 270 度與 90 度的輸出。

由於振盪器的輸出頻率係由諧振器的諧振頻率和主動電路的寄生效應(Parasitics)決定，其振幅則由諧振器的品質因數及電路的負阻決定。故諧振器在此類振盪器中扮演重要角色，然而在積體電路領域中，諧振器的品質因數主要由積體電路的製程技術決定，但設計者通常無法做太大的改變。因此，要改善振盪器的特性，從主動電路著手是較為可行且經濟的。

而儘管振盪器是非線性的電路，但是其特性仍然可以經由分析其穩態工作點的線性特性來加以瞭解，對於一個振盪器而言，每單位電流所能產生的負電阻是一個重要的

指標，如前述第十一圖中的四相振盪器因係由完全對稱的兩負阻式振盪器組成，因此只須分析四個節點中的其中一個，即可瞭解其特性，而該振盪器由 V0 節點看進去的小信號電導(conductance)為

$$G_2 = -g_{m1} + \frac{g_{11}g_{13} + g_{11}g_{m1}}{g_{m3} + g_{mb3} + g_{11} + g_{13}} \quad \text{其中}$$

g_m 為電晶體的轉導(transconductance)， g_1 是電晶體的汲極／源極阻抗， g_{mb} 是基極對電晶體的轉導。

又由前述四相振盪器的電路架構可以看出，耦合電路 (7 1) (7 2) 中的電晶體 M5~M8 係分別連接在振盪器 (7 5) (7 6) 中各電晶體 M1~M4 的汲極(drain)上，以節點 V0 為例，同一節點上的電晶體 M5、M1 在穩態工作時，其閘極是連接相同的電位($V_{180}=V_{270}$)，此時振盪器 (7 5) 中電晶體 M1 的汲／源極間電位 $V_{DS1}=V_{270}-V_{TH5}$ ，其意味著電晶體 M1 的導通深受耦合電晶體 M5 的影響，而使得電晶體 M1 的工作點非常接近線性區，並造成有效的轉導 g_m 因而減少。在不增加工作電流的前提下，解決前述問題的方法是令耦合電晶體 M5 外觀的長寬尺寸遠大於振盪器電晶體 M1，但如是作法將造成寄生效應提高而降低可產生的振盪頻率或可調的振盪頻率。

由上述可知，傳統四相振盪器中的振盪器電晶體因工作點受耦合電晶體影響而接近線性區，以致造成其有效的電導減少，並影響四相振盪器的特性，故有待進一步檢討，並謀求可行的解決方案。

【發明內容】

因此，本發明主要目的在提供一種可有效避免振盪器電晶體工作點接近線性區以提高其轉導(trans-conductance)，且不虞降低可振盪頻率或可調振盪頻率之四相振盪器。

為達成前述目的採取的主要技術手段係令前述四相振盪器包括有：

兩對稱的振盪器，係分別由兩電晶體作自耦合連接以構成正回授，並據以產生負電阻；

兩電感電容諧振器，係分別連接前述振盪器，其可產生正電阻，而與振盪器的負電阻相互抵銷後形成振盪；

兩耦合電路，係分別與前述振盪器及電感電容諧振器耦接而構成四相輸出；其中：

前述兩耦合電路係分別由兩電晶體組成，兩電晶體係分別連接至振盪器中電晶體的源極；在該等架構下，振盪器電晶體的工作點可不受耦合電晶體的影響，並確實的工作在飽和區，而有效的降低相位雜訊，且由於前述技術方案仍以不提高工作電流為前提，故亦具備省電的優點。

【實施方式】

如第一圖所示，係本發明之一較佳實施例，其包括有：

兩對稱的振盪器 (1 1) (1 2)，係分別由兩電晶體 M1、M2，M3、M4 作自耦合連接以構成正回授，並據以產

生負電阻；

兩電感電容諧振器（13）（14），其輸出端係分別與前述振盪器（11）（12）串接，其為正電阻，而可與振盪器（11）（12）的負電阻相互抵銷後形成振盪；

兩耦合電路（15）（16），係分別由兩電晶體 M5、M6，M7、M8 組成，其分別與前述振盪器（11）（12）對應的電晶體 M1、M2，M3、M4 串接；又兩電晶體 M5、M6，M7、M8 為共源極，且其源極係連接電流源（17）（18），而其閘極則交叉的耦接至電感電容諧振器（14）（13）的輸出端，藉以分別構成 V0、V180、V270、V90 等各個相差 90 度的四相信號輸出；其中：耦合電路（15）（16）的電晶體 M5、M6，M7、M8 係分別設在振盪器（11）（12）中各對應電晶體 M1、M2，M3、M4 的源極上。

在前述架構下，由 V0 節點看進去的小信號電導係如下式所示：

$$G_1 = (g_{m1} - g_{11}) \left[\frac{-g_{13}}{g_{m1} + g_{mb1} + g_{11} + g_{13}} \right], \text{ 其中}$$

g_m 為電晶體的轉導(transconductance)， g_1 是電晶體的汲極／源極阻抗， g_{mb} 是基極對電晶體的轉導。

由前式中可以明顯看出，本發明相較於傳統四相振盪器的小信號電導 $G_2 = -g_{m1} + \frac{g_{11}g_{13} + g_{11}g_{m1}}{g_{m3} + g_{mb3} + g_{11} + g_{13}}$ 具有較大的負電導

，此一優勢並可透過實際電路參數的模擬而獲得證明：

假設本發明第一較佳實施例振盪器電路與第十一圖所

示四相振盪器之分支電流為 15mA，又電晶體的長寬尺寸為 50um/0.35um，工作電壓為 3V。則在相同電流及電壓條件下所得其負電導對頻率的特性係如第二圖所示，其中實線曲線係表示本發明之負電導對頻率的關係，虛線曲線則表示傳統四相振盪器負電導對頻率的關係，由該特性曲線圖可以明顯看出，本發明之四相振盪器設計可以得到較大的負電導，其意味著振盪器電晶體 M1、M2，M3、M4 係確實的工作在飽和區，故可有效降低相位雜訊。在此狀況下，對於設計者而言，在設計時也有較大的裕度來針對振盪器的其他特性進行最佳化。

又如第三圖所示，係本發明又一較佳實施例，其基本架構與前一實施例相同，不同處在於採用 N 通道場效電晶體作為電流源 (17) (18)，又電感電容諧振器 (13) (14) 係由對稱的電感 L1、L2，L3、L4 與壓變電容 C1、C2，C3、C4 組成，其中壓變電容 C1、C2，C3、C4 係採用 P 通道場效電晶體。以前述架構模擬出來的振盪頻率對電壓的特性曲線 (方塊符號曲線) 係如第四圖所示，相較於傳統四相振盪器採用相同形式電流源與相同壓變電容時之振盪頻率對電壓的關係 (三角符號曲線)，其可調的頻帶範圍均為 2.33GHz~2.67 GHz，惟在不同頻率下的振幅及相位雜訊表現 (分別如第五、六圖所示)，則本發明之振幅較傳統四相振盪器約高出 30%，相位雜訊則低了 2~4dB。其顯示本發明相較於傳統四相振盪器確實具有較佳的特性表現。

如第七圖所示，係本發明的再一較佳實施例，其基本架構係與前一實施例大致相同，不同處在其電流源（17）（18）改採用P通道場效電晶體。以前述架構模擬出來的振盪頻率對電壓的特性曲線（方塊符號曲線）係如第八圖所示，相較於傳統四相振盪器採用相同形式電流源與相同壓變電容時之振盪頻率對電壓的關係（三角符號虛線），其可調的頻帶範圍均為 2.37GHz~2.55GHz，惟在不同頻率下仍具有較大的振幅（如第九圖所示）及較低的相位雜訊（如第十圖所示）。

由前述各個實施例可以明顯看出，本發明相較於傳統四相振盪器具有較大的振幅及較低的相位雜訊，當四相振盪器具有較大的振幅，其輸出端即不需要連接額外的放大器，不僅可簡化整體線路，並可降低系統的耗電量；又較低的相位雜訊可使系統信號雜訊比(signal to noise ratio)提高，從而可增強對於干擾(inference)的免疫力。

故由上述可知，本發明提出一種新的四相振盪器架構，其應用於無線收發器系統具有省電及低相位雜訊等優點，故相較於傳統四相振盪器具有較佳的特性表現；另該等設計可針對振盪器之其他特性諸如振盪頻率及可調頻帶範圍作最佳化，具有較大的餘裕度。故以該等設計確已具備顯著的產業上利用性、新穎性及進步性，並符合發明專利要件，爰依法提起申請。

【圖式簡單說明】

（一）圖式部分

第一圖：係本發明第一較佳實施例之電路圖。

第二圖：係本發明第一較佳實施例負電導對頻率之特性曲線圖。

第三圖：係本發明第二較佳實施例之電路圖。

第四圖：係本發明第二較佳實施例之振盪頻率對電壓之特性曲線圖。

第五圖：係本發明第二較佳實施例在不同頻率下的振幅特性曲線圖。

第六圖：係本發明第二較佳實施例在不同頻率下的相位雜訊特性曲線圖。

第七圖：係本發明第三較佳實施例之電路圖。

第八圖：係本發明第三較佳實施例之振盪頻率對電壓之特性曲線圖。

第九圖：係本發明第三較佳實施例在不同頻率下的振幅特性曲線圖。

第十圖：係本發明第三較佳實施例在不同頻率下的相位雜訊特性曲線圖。

第十一圖：係傳統四相振盪器之電路圖。

(二) 元件代表符號

(11) (12) 振盪器

(13) (14) 電感電容諧振器

(15) (16) 耦合電路

(17) (18) 電流源

(71) (72) 耦合電路

(7 3) (7 4) 電感電容諧振器

(7 5) (7 6) 振盪器

拾、申請專利範圍

1．一種四相振盪器，包括有：

兩對稱的振盪器，係分別由兩電晶體作自耦合連接以構成正回授；

兩電感電容諧振器，其輸出端係分別與前述振盪器串接；

兩耦合電路，係分別由兩電晶體組成，其分別與前述振盪器對應的電晶體串接；其中：耦合電路的電晶體係分別設在振盪器中各對應電晶體的源極上。

2．如申請專利範圍第 1 項所述之四相振盪器，該耦合電路的兩電晶體為共源極，而其閘極則交叉的耦接至電感電容諧振器的輸出端，藉以構成分別相差九十度的四相信號輸出。

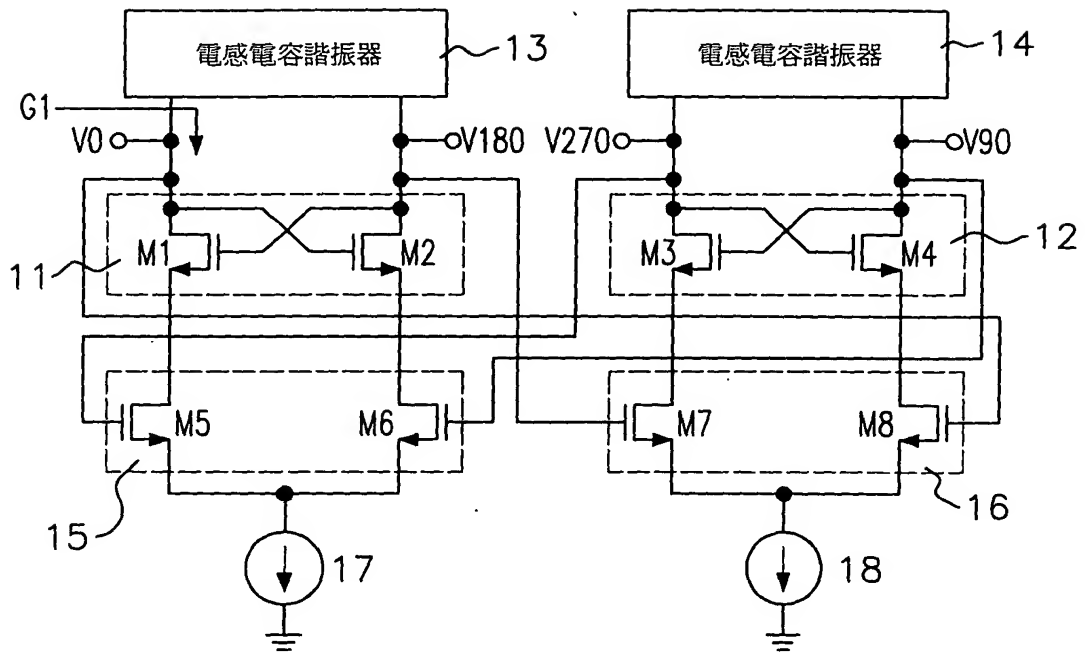
3．如申請專利範圍第 1 項所述之四相振盪器，更連接有一電流源，該電流源係一 N 通道場效電晶體構成。

4．如申請專利範圍第 1 項所述之四相振盪器，更連接有一電流源，該電流源係一 P 通道場效電晶體構成。

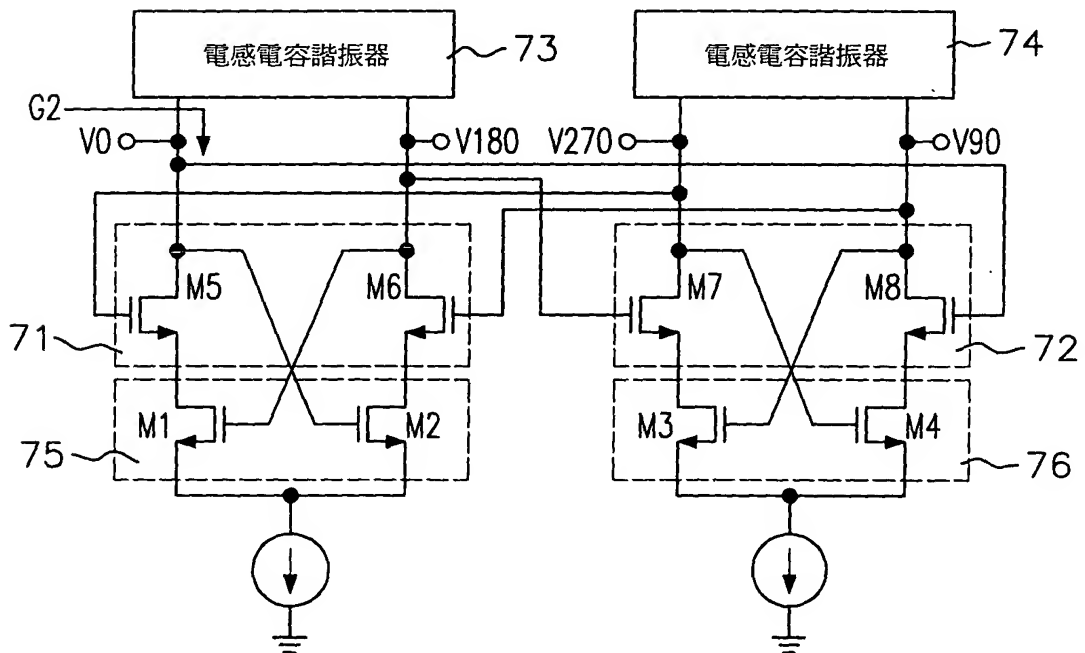
5．如申請專利範圍第 1、2、3 或 4 項所述之四相振盪器，該電感電容諧振器係由對稱的電感及壓變電容組成。

拾壹、圖式

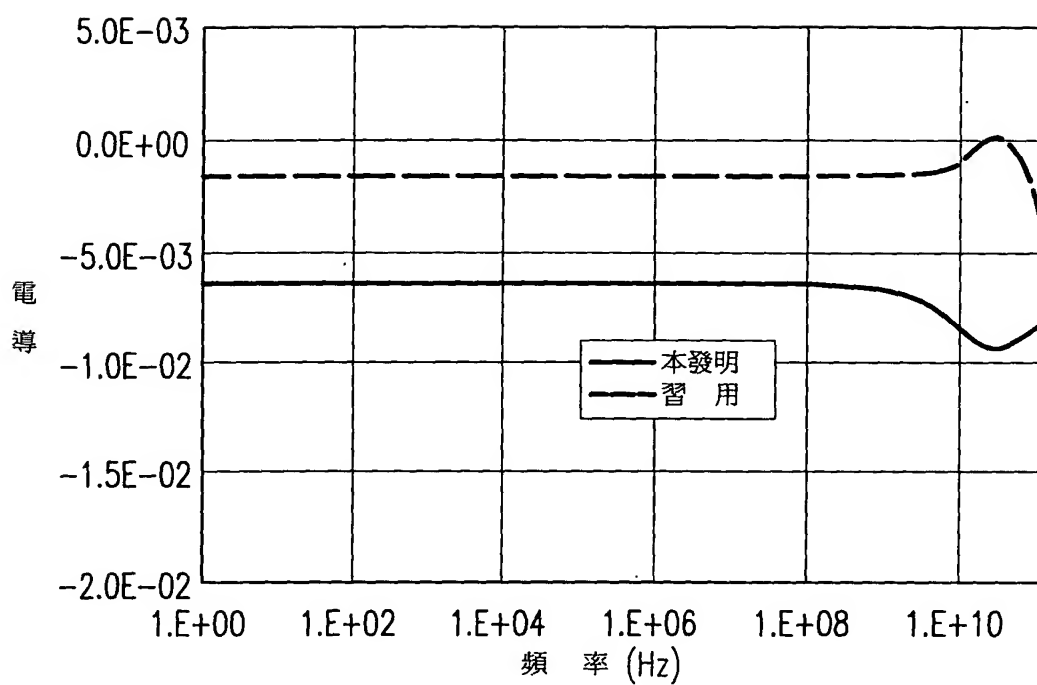
如次頁



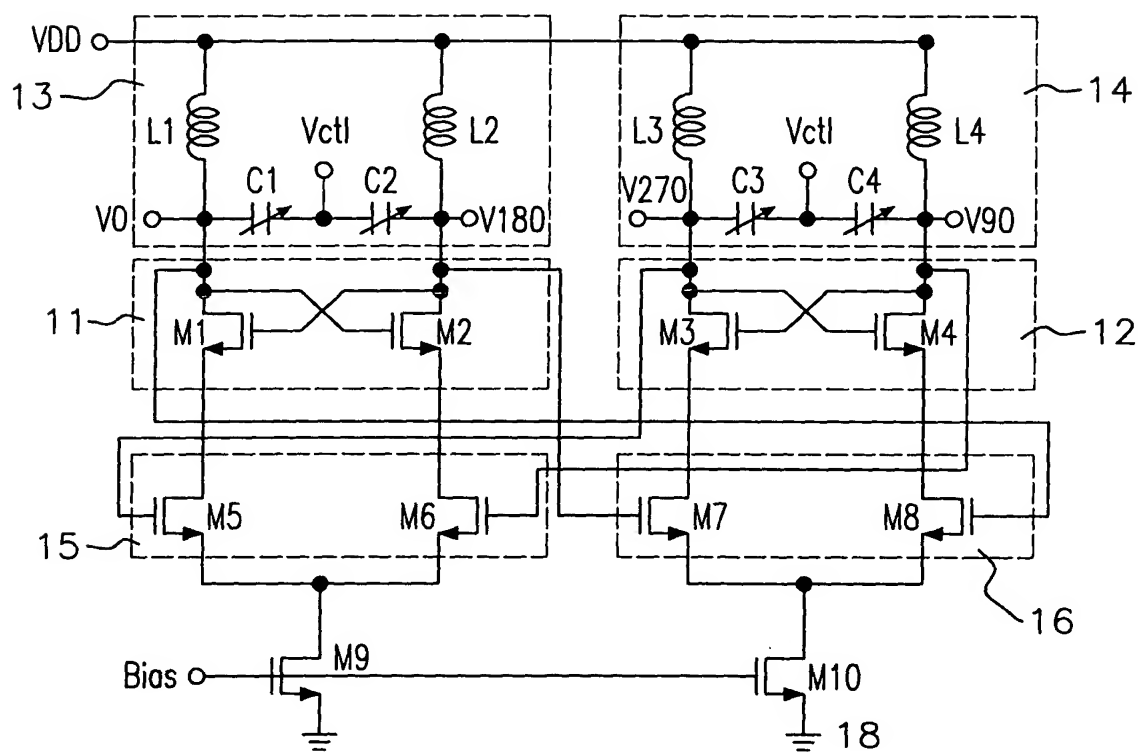
第一圖



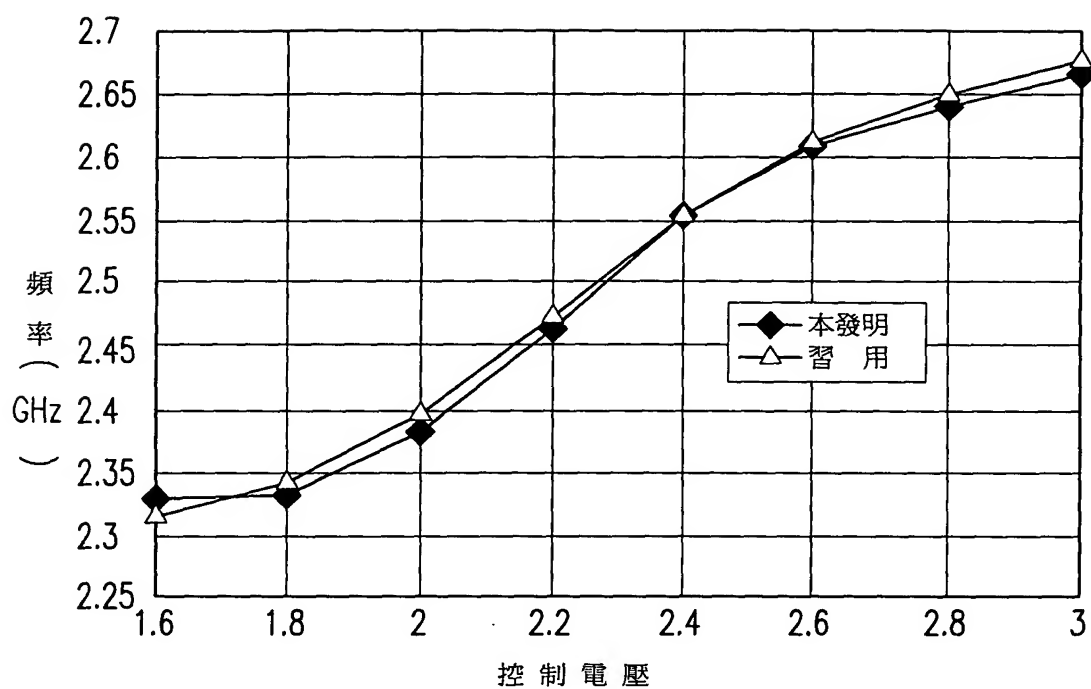
第十一圖



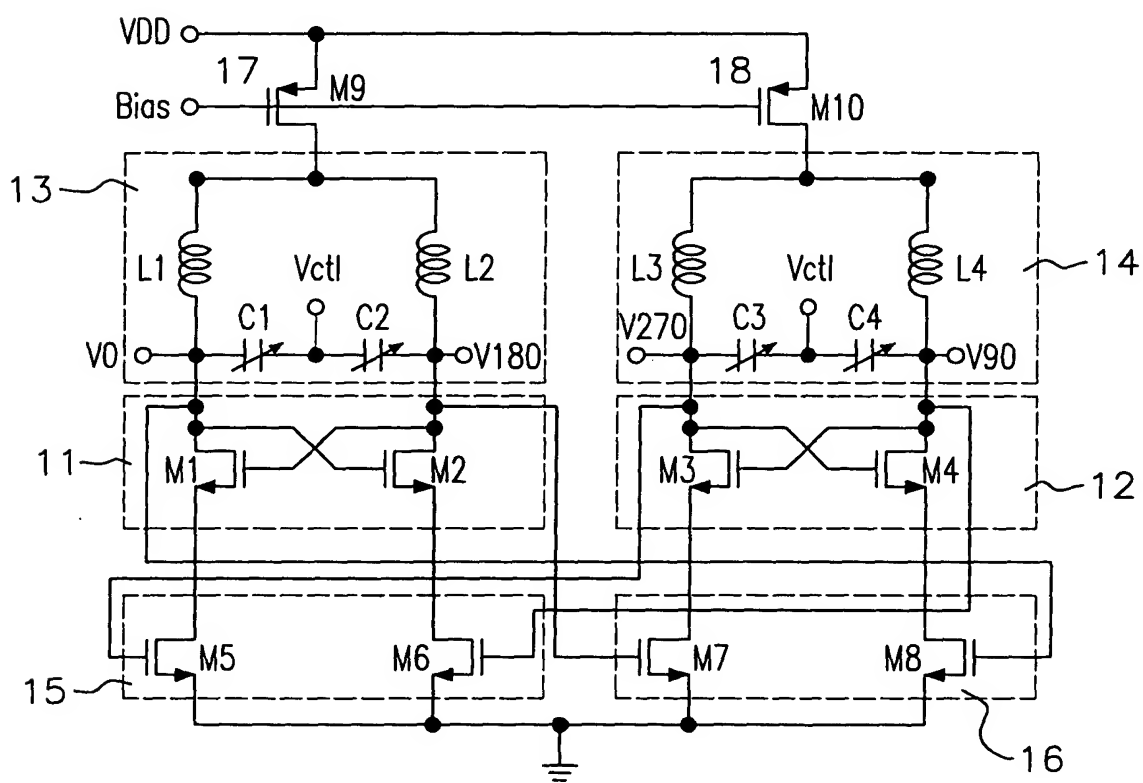
第二圖



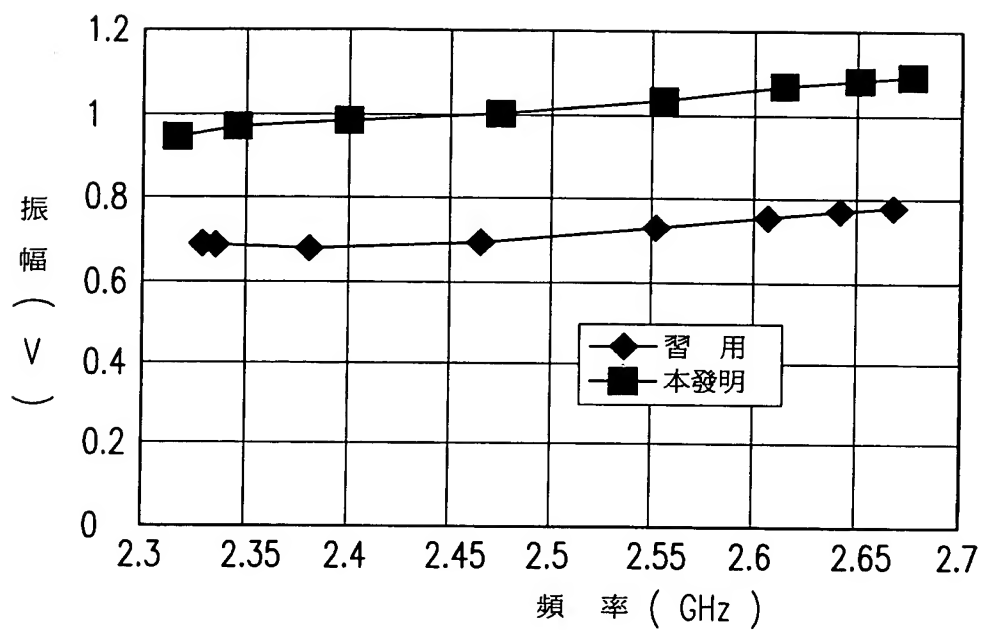
第三圖



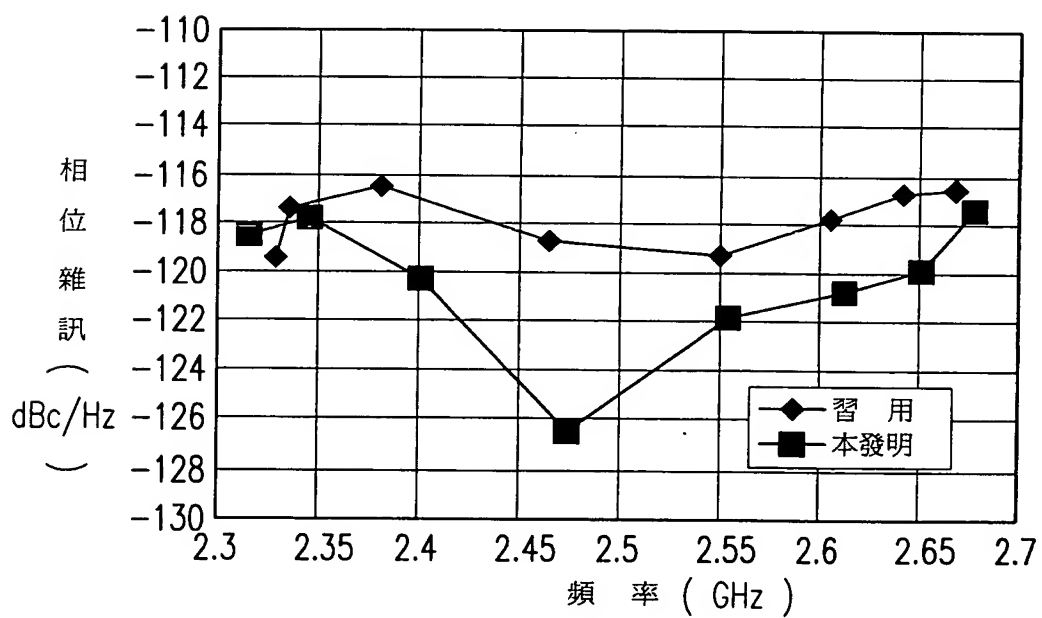
第四圖



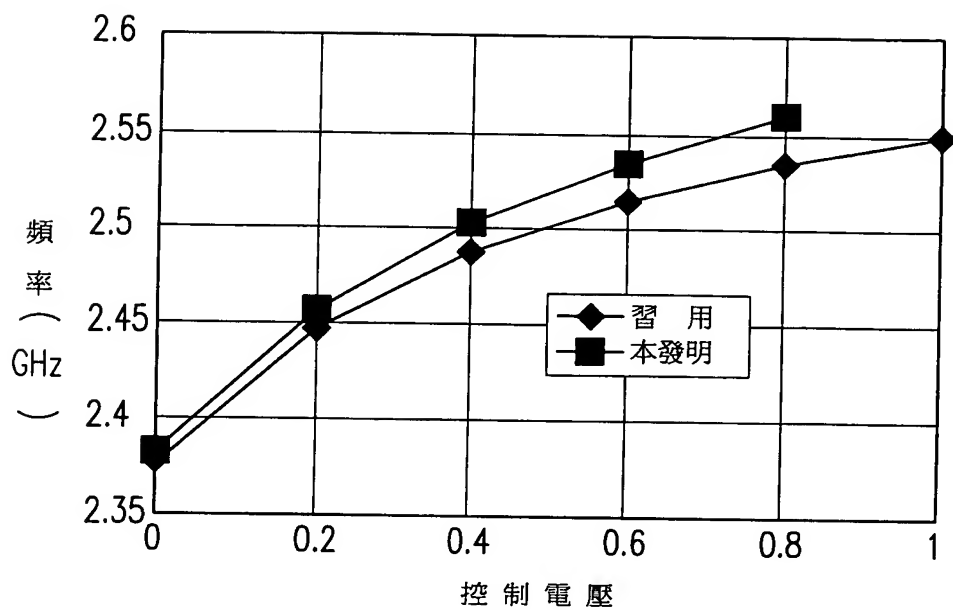
第七圖



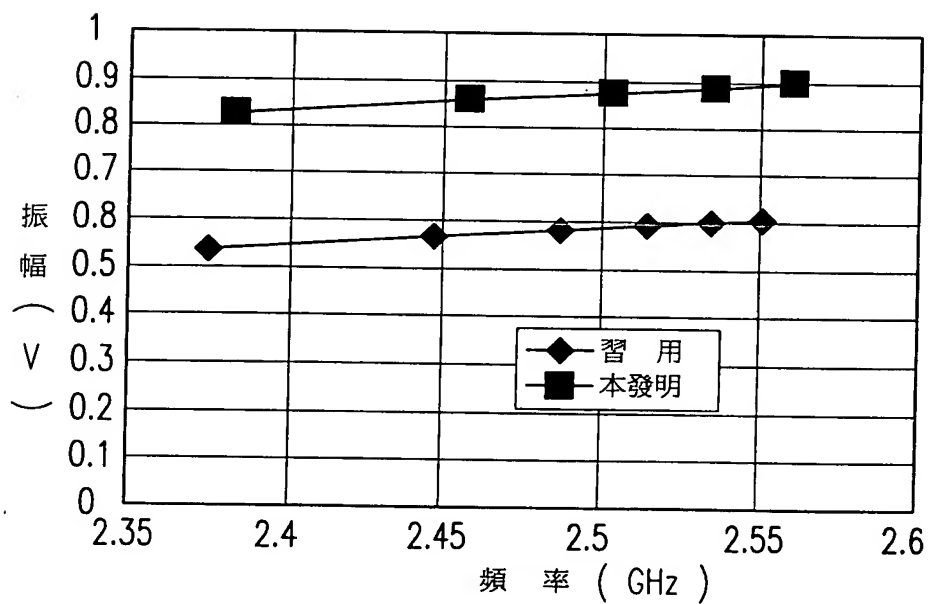
第五圖



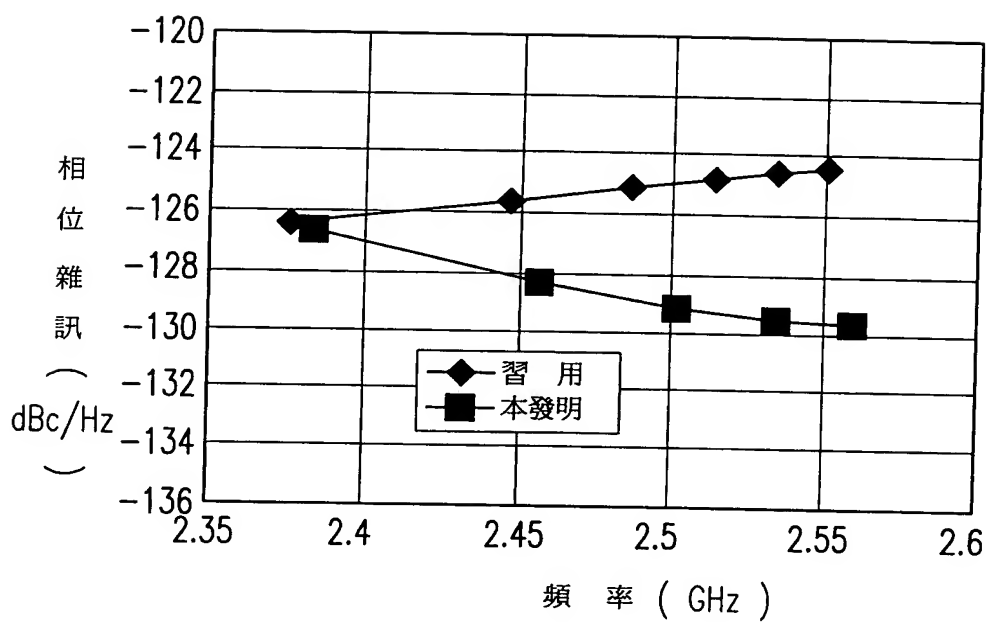
第六圖



第八圖



第九圖



第十圖